

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
14. Juni 2001 (14.06.2001)

PCT

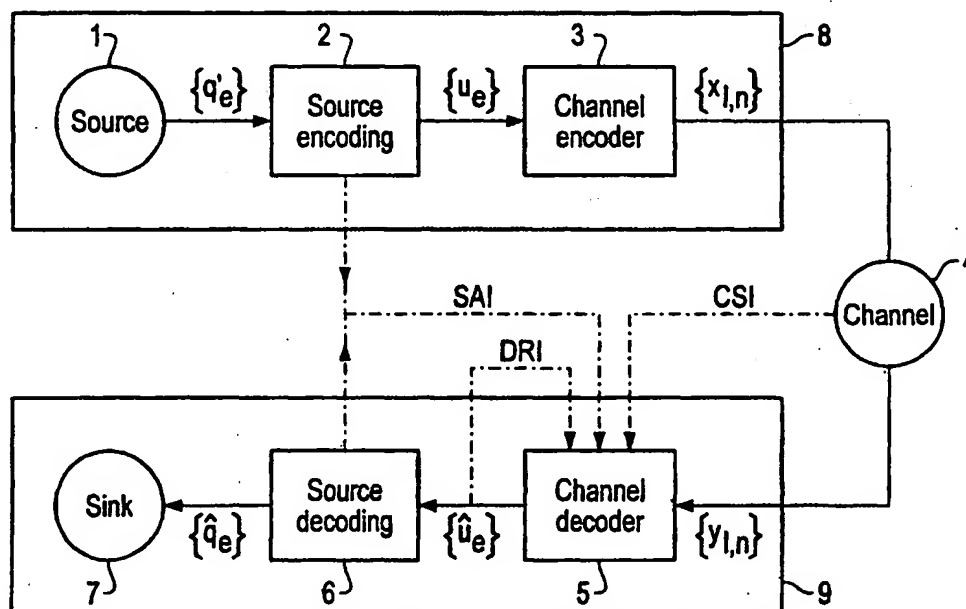
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/43294 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H03M 13/45, (72) Erfinder; und  
H04L 1/00 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): XU, Wen [CN/DE];  
Bischofshofener Strasse 11, 82008 Unterhaching (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03998 (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 14. November 2000 (14.11.2000)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, HU, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).
- (30) Angaben zur Priorität: 199 59 178.4 8. Dezember 1999 (08.12.1999) DE Veröffentlicht:  
— Mit internationalem Recherchenbericht.  
— Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen.
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];  
Wittelsbacher Platz 2, 80333 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND CONFIGURATION FOR DECODING INFORMATION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR DECODIERUNG VON INFORMATIONEN



(57) Abstract: In order to achieve source-controlled decoding, the influence of the a priori or a posteriori information about the source statistics is modified in accordance with the reliability of the decoding.

(57) Zusammenfassung: Zur quellengesteuerten Decodierung wird der Einfluß der a priori oder a posteriori Information über die Quellenstatistik in Abhängigkeit von der Zuverlässigkeit der Decodierung modifiziert.

WO 01/43294 A1

BEST AVAILABLE COPY



---

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Beschreibung

## Verfahren und Anordnung zur Decodierung von Informationen

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Decodierung von Informationen, die von einer Informationsquelle ausgegeben werden, codiert werden und über einen mit Störungen behafteten Übertragungskanal übertragen werden.
- 10 Quellensignale wie Sprach- oder Videosignale beinhalten in der Regel statistische Redundanz. Durch eine Quellencodierung kann diese Redundanz verringert werden, so daß eine effiziente Übertragung bzw. Speicherung des Quellensignals ermöglicht wird. Um empfangsseitig Kanalstörungen rückgängig zu machen,
- 15 ist es bekannt, sendeseitig gezielt Redundanz durch Kanalcodierung hinzuzufügen.

- Aufgrund der unvollständigen Kenntnisse über die Quellensignale oder Einschränkungen bei der Komplexität des Codierverfahrens ist die Quellencodierung üblicherweise nur suboptimal realisierbar, d.h. in komprimierten Daten ist noch gewisse Redundanz vorhanden. Diese Restredundanz kann als a priori-/a posteriori-Informationen bei der sogenannten quellengesteuerten oder gemeinsamen Quellen- und Kanaldecodierung ausgenutzt
- 20 werden, um weitere Bitfehler zu korrigieren. Dabei wird der Decodiervorgang des Kanaldecodierers sowohl durch die übertragenen Informationen als auch durch a priori-/a posteriori-Informationen über den wahrscheinlichen Wert einiger wichtiger Quellenbits gesteuert. Zur Schätzung der a priori-/a posteriori-Informationen kann man beispielsweise ein auf einem
- 30 Kalman-Filter basierendes Verfahren verwenden.

Es stellte sich allerdings heraus, daß die Verwendung dieser Restredundanz, also der a priori-/a posteriori-Informationen, bei der Kanaldecodierung im Zuge einer quellengesteuerten Kanaldecodierung zu Decodierfehlern führen kann. So führt die Heranziehung der a priori-/a posteriori-Informationen zu einer Verschlechterung der Decodierung, wenn der zu übertragende Wert einer Bitstelle von der statistischen a priori-/a posteriori-Informationen über den Wert dieser Bitstelle abweicht.

10

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Decodierung von Informationen unter Heranziehung von statistischen Informationen über die Informationsquelle mit zufriedenstellenden Decodierungsergebnissen zu ermöglichen.

15

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

20

Die Erfindung basiert also auf dem Prinzip, zur quellengesteuerten Kanaldecodierung den Einfluß der a priori- oder a posteriori-Informationen über die Quellenstatistik in Abhängigkeit von der Zuverlässigkeit der Decodierung zu modifizieren.

25

Es werden also zur Entscheidung über einen, einer Bitstelle zuzuordnenden Wert neben den übertragenen Informationen statistische Informationen über die Informationsquelle herangezogen, wobei der Einfluß der statistischen Informationen über die Informationsquelle auf die Entscheidung in Abhängigkeit von der Zuverlässigkeit der Decodierung modifiziert wird.

30

Beispielsweise kann ein Wert ermittelt werden, der die Zuverlässigkeit der Decodierung charakterisiert, mit dem die statistischen Informationen über die Informationsquelle gewichtet werden, insbesondere multipliziert werden.

5

Dadurch ist es möglich, je nach aktueller Zuverlässigkeit der Decodierung den statistischen Informationen über die Informationsquelle einen größeren oder kleineren Einfluß auf die Entscheidung über den einer Bitstelle zuzuordnenden Wert einzuräumen.

10

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß die Decodierung, insbesondere die Kanaldecodierung, einen Soft-Output oder Soft-Ausgang aufweist, der ein Maß für die Zuverlässigkeit der Decodierung darstellt. Der Wert des Soft-Outputs kann dann direkt oder indirekt den Einfluss der statistischen Informationen über die Informationsquelle auf die Decodierung modifizieren. Einem Fachmann sind Soft-Output-Decodierverfahren als solche bekannt, wie beispielsweise Soft-Output-Viterbi-Algorithmen oder Soft-Output-Maximum-Likelihood-Decodierverfahren.

15

20

Zur Decodierung können auch mehrere aufeinanderfolgende Decodierschritte durchgeführt werden. Eine andere Ausgestaltung der Erfindung sieht daher vor, daß ein erster Decodierschritt ohne Heranziehung statistischer Informationen über die Informationsquelle durchgeführt wird, ein zweiter Decodierschritt unter Heranziehung statistischer Informationen über die Informationsquelle durchgeführt wird, und der Einfluss der statistischen Informationen über die Informationsquelle auf die Decodierung in Abhängigkeit von der Zuverlässigkeit der Decodierung im ersten Decodierschritt modifiziert wird.

25

30

Dabei ist es möglich, daß der erste Decodierschritt dieselbe Bitstelle betrifft wie der zweite Decodierschritt, oder der erste Dekodierschritt eine erste Bitstelle betrifft, und der zweite Dekodierschritt eine zweite Bitstelle, beispielsweise eines nachfolgenden Rahmens, betrifft. Insbesondere durch das Einbringen in ein iteratives Decodierverfahren, wie beispielsweise eine Turbo-Decodierung, führt dies, wie aufwendige Simulationen zeigen, zu guten Decodierergebnissen, ohne den Rechenaufwand für die Decodierung wesentlich zu erhöhen.

10

Schließlich sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass der Einfluss der statistischen Informationen über die Informationsquelle auf die Decodierung bei relativ geringer Zuverlässigkeit der Dekodierung relativ groß ist, wohingegen er bei relativ großer Zuverlässigkeit der Dekodierung relativ klein ist.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung an Hand der Zeichnungen erläutert. Darin zeigen:

20

Figur 1 ein Blockdiagramm einer Datenübertragungskette,

Figur 2 zwei zu übertragende Daten-Rahmen.

Figur 1 zeigt ein Blockdiagramm mit wesentlichen Funktionseinheiten für eine Datenübertragung. Dabei wird auch die Übertragung eines Rahmens  $k$  beschrieben, wobei auf den die natürlichen Zahlen annehmende Index  $k$  zur besseren Übersicht in Figuren und folgenden Erläuterungen nicht Bezug genommen wird, wenn es zum Verständnis der Ausführungsbeispiele nicht erforderlich ist. Für die Erfindung ist die Übertragung in Rahmen keine notwendige Voraussetzung. Der Aufbau des Rahmens  $k$  wird unten anhand der Figur 2 erläutert.

30

Eine in einem Sender 8 durch eine Informationsquelle 1 erzeugte Quellsymbolfolge  $\{q_{l'}\}$  besteht aus Quellsymbolen  $q_{l'}$ , die abhängig von den zu sendenden Informationen z.B. die Werte "+1" und "-1" haben. Der Index  $l'$  läuft für die im Rahmen k übertragenen Quellsymbole  $q_{l'}$  von 0 bis  $L'-1$ , wobei  $L'$  die Anzahl von Quellsymbolen  $q_{l'}$  je Rahmen k ist. Die Quellsymbolfolge  $\{q_{l'}\}$  wird durch einen Quellencodierer 2 komprimiert, z.B. mit einem GSM-Fullrate-Sprachcodierer. Dabei wird eine quellencodierte Folge  $\{u_l\}$  aus quellencodierten Symbolen  $u_l$  erzeugt. Die quellencodierten Symbole  $u_l$  haben entweder den Wert "+1" oder "-1". Der Index  $l$  läuft innerhalb eines Rahmens von 0 bis  $L-1$ , wobei  $L$  die Anzahl von quellencodierten Symbolen  $u_l$  in einem Rahmen ist. Dabei ist  $L'$  üblicherweise größer als  $L$ .

15

Die quellencodierte Folge  $\{u_l\}$  wird dann in einem Kanalcodierer 3 gegen Kanalstörungen codiert, wobei z.B. ein Faltungscodiercode verwendet wird. Dabei entsteht eine kanalcodierte Folge  $\{x_{l,n}\}$  aus Codeworten  $x_l$ . Innerhalb der Codeworte  $x_l$  werden die Bitstellen durch den Index  $n$  bezeichnet, der innerhalb eines Codewortes  $x_l$  von Null bis  $N-1$  läuft, wobei  $N$  die Anzahl der Bitstellen in einem Codewort  $x_l$  ist. Die Bitstellen  $x_{l,n}$  der Codeworte  $x_l$  haben wiederum entweder den numerischen Wert "+1" oder "-1". Die kanalcodierte Folge  $\{x_{l,n}\}$  wird in einem nicht dargestellten Modulator weiterverarbeitet und anschließend über eine Übertragungsstrecke 4 übertragen. Die Übertragungsstrecke ist ein Funkkanal oder eine Übertragungsleitung oder auch ein Speichermedium, von dem Daten gelesen werden. Bei der Übertragung über einen Funkkanal treten Störungen auf, z.B. Fading, beschrieben durch einen Fadingfaktor  $a_k$ , und Rauschen, beschrieben durch den Rauschfaktor  $N_0$ .

30

Die Übertragungsstrecke 4 liegt zwischen dem Sender 8 und einem Empfänger 9. Der Empfänger 9 enthält gegebenenfalls eine nicht dargestellte Antenne zum Empfang der über die Übertragungsstrecke 4 übertragenen Signale, eine Abtasteinrichtung, einen Demodulator zum Demodulieren der Signale und einen Entzerrer zum Eliminieren der Intersymbolstörungen. Diese Einrichtungen wurden ebenfalls aus Vereinfachungsgründen in Figur 1 nicht dargestellt. Der Entzerrer gibt Empfangswerte  $y_{1,n}$  einer Empfangsfolge  $\{y_{1,n}\}$  aus. Die Empfangswerte  $y_{1,n}$  haben aufgrund der Störungen bei der Übertragung über die Übertragungsstrecke 4 Werte, die von "+1" und "-1" abweichen können, z.B. "+0,2" oder "-3,7".

Die Empfangswerte  $y_{1,n}$  werden in einem Kanaldecodierer 5 weiter bearbeitet. Zur Auswertung der Empfangswerte  $y_{1,n}$  kann auch ein Maximum-Aposteriori-Wahrscheinlichkeitsalgorithmus oder Maximum-Likelihood-Algorithmus verwendet werden. Dabei wird eine über eine Übertragungsstrecke übertragene Datenfolge mit einer Referenzfolgen  $s$  verglichen, und die Referenzfolge  $s$  bestimmt, die mit der größten Wahrscheinlichkeit zu der gesendeten Datenfolge gehört. Maximum-Aposteriori-Wahrscheinlichkeit bedeutet, daß die Referenzfolge  $s$  gewählt wird, für die die Wahrscheinlichkeit  $P(s|y)$  maximal wird, wobei  $y$  die empfangene Datenfolge ist. Maximum-Likelihood bedeutet, daß die Referenzfolge  $s$  gewählt wird, für die die Wahrscheinlichkeit  $P(y|s)$  maximal wird. Eine Maximum-Likelihood-Decodierung kann beispielsweise durch einen an sich bekannten Viterbi-Algorithmus realisiert werden. Die vom Kanalcodierer 3 durchgeführte Faltungscodierung kann so im Kanaldecodierer 5 wieder rückgängig gemacht werden, wobei Übertragungsfehler korrigiert werden sollen.



Der Kanaldecodierer 5, der durch eine Prozessoreinrichtung, wie beispielsweise einen Digitalen Signalprozessor gebildet sein kann, erzeugt eine empfangene quellencodierte Folge  
 5  $\{\hat{u}_1\}$  aus quellencodierten bzw. kanaldecodierten Empfangssymbolen  $\hat{u}_1$ . Zu jedem quellencodierten Empfangssymbol  $\hat{u}_{k-1,1}$  gehört ein beobachteter Zuverlässigkeitswert  $L^*(\hat{u}_{k-1,1})$ , der eine sogenannte Soft-Ausgabe des Kanaldecodierers 5 ist. Dieser Zuverlässigkeitswert  $L^*(\hat{u}_{k-1,1})$  ist ein Maß für  
 10 die Zuverlässigkeit, mit der das quellencodierte Empfangssymbol  $\hat{u}_1$  durch den Kanaldecodierer 5 bestimmt werden konnte.

Allgemein kann für eine binäre Zufallsvariable mit den Elementen  $\{+1; -1\}$  ein logarithmisches Wahrscheinlichkeitsverhältnis  $L$  oder  $L^*$  folgendermaßen definiert sein:

$$L(u_i) = \log \frac{P(u_i = +1)}{P(u_i = -1)} = \log \frac{1-p}{p} \quad (0).$$

20  $P(u_1 = -1) = p$  ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß  $u_1$  den Wert "-1" hat.  $P(u_1 = +1) = 1-p$  ist dagegen die Wahrscheinlichkeit, daß  $u_1$  den Wert "+1" hat. Die Abkürzung "log" kennzeichnet den natürlichen Logarithmus. Dieser Wert wird auch als Softwert oder Soft-Output-Wert bezeichnet. Es kann sich dabei um  
 25 einen geschätzten Wert  $L$ , der a priori oder a posteriori bestimmt wird und statistische Informationen über die Informationsquelle beschreibt, handeln oder um einen beobachteten Wert  $L^*$  handeln, der die Zuverlässigkeit des durchgeführten Decodierschritts beschreibt.

- Gemäß der Definition (0) sind die statistischen Informationen über die Informationsquelle L oder der beobachtete Zuverlässigkeitswert  $L^*$  durch eine reelle Zahl im Bereich von  $[-\infty, +\infty]$  bezeichnet. Klassifiziert man  $u_1$  an Hand der Werte  $L(u_1)$  als "+1" oder "-1", dann gibt das Vorzeichen  $\text{sign}(L(u_1))$  die sogenannte Hard-Entscheidung und der Betrag  $|L(u_1)|$  die geschätzte a priori- oder a posteriori-Information oder die Zuverlässigkeit der Entscheidung an.
- 10 Die quellencodierten Empfangssymbole  $\hat{u}_{k-1,1}$  und/oder die beobachteten Zuverlässigkeitswerte  $L^*(\hat{u}_{k-1,1})$  werden in einen Quellendecodierer 6 eingegeben, der die quellencodierten Empfangssymbole  $\hat{u}_1$  decomprimiert, wobei eine Quellsymbolfolge  $\{\hat{q}_1\}$  aus empfangenen Quellsymbolen  $\hat{q}_1$  entsteht.
- 15 Bei der Faltungsdecodierung wird z.B. der bekannte Viterbi-Algorithmus verwendet. Zur Durchführung des Viterbi-Algorithmus wird dem Kanaldecodierer 5 gegebenenfalls auch eine Kanalzustandsinformation CSI  $L_{c1,n}$  zugeführt. Bei der
- 20 Durchführung des Viterbi-Algorithmus im Kanaldecodierer 5 kann unter Einbeziehung von statistischen Informationen über die Informationsquelle SAI eine sogenannte Metrik  $M_1^{(m)}$  des Pfades m für die Bitstelle 1 nach der folgenden Formel berechnet:

25

$$M_1^{(m)} = M_{1-1}^{(m)} + \sum_{n=0}^{N-1} \hat{x}_{1,n}^{(m)} L_{c1,n} y_{1,n} + \hat{u}_1^{(m)} L(u_{k,1}) \quad (1),$$

wobei  $M_{1-1}^{(m)}$  die alte Metrik des Pfades m ist, d.h. für die Bitstelle 1-1,  $\hat{x}_{1,n}^{(m)}$  die Bits des zum Pfad m und zur Bit-

stelle 1 gehörenden Codewortes sind,  $\hat{u}_1^{(m)}$  das zum Codewort  $\hat{x}_1^{(m)}$  gehörende decodierte Symbol und  $L(u_{k,1})$  statistische Informationen über die Informationsquelle sind, welche ein Maß für diejenige Wahrscheinlichkeit sind, daß das quellenco-

5 dierte Symbol  $u_1$  gleich "-1" ist.

Die statistischen Informationen über die Informationsquelle SAI, welche insbesondere durch  $L(u_{k,1})$  gebildet sein können, können je nach Ausführungsvariante "a priori" vor der Decodierung beispielsweise sendeseitig ermittelt werden und an

10 den Empfänger übermittelt und abgespeichert werden oder "a posteriori" nach oder bei der Decodierung empfangsseitig beispielsweise mittels eines Kalman-Filters ermittelt werden. Ein derartiges Verfahren ist z.B. aus der PCT-

15 Veröffentlichung mit Offenlegungsnummer WO98/59423, insbesondere aus der Beschreibung zu den Figuren 3 und 4, bekannt.

Die Kanalzustandsinformation  $CSI = L_{c1,n}$  kann implizit bestimmt werden, indem eine sogenannte Kanal-Soft-Ausgabe ermittelt wird, die dem Produkt aus der Kanalzustandsinformation  $CSI = L_{c1,n}$  und dem jeweiligen Empfangswert  $y_{1,n}$  entspricht. Für die Kanal-Soft-Ausgabe gilt die Beziehung:

20

$$L_c y = L(x/y) - L(x) \quad (2),$$

25

worin  $L(x/y)$  angibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit an der jeweiligen Bitstelle des Codewortes der Wert  $x$  auftritt, wenn der Empfangswert  $y$  empfangen wurde, und  $L(x)$  angibt, wie sicher der Wert  $x$  bestimmt werden kann. Für einen sogenannten

30 Gauß-/Fading-Kanal gilt  $L_c = 4aE_s/N_0$ , wobei  $a$  der Fadingfaktor und  $E_s/N_0$  das Signal-Rausch-Verhältnis sind.

Figur 2 zeigt zwei Rahmen, nämlich den aktuellen Rahmen  $k$  und den vorherigen Rahmen  $k-1$ , aus quellencodierten Symbolen  $u_l$ . Zu jedem Rahmen  $k$ ,  $k-1$  gehören  $L$  quellencodierte Empfangssymbole  $u_l$ , so daß der Index  $l$  von 0 bis  $L-1$  läuft. Zwischen bestimmten quellencodierten Symbolen, z.B. dem Symbol  $u_{k,1}$  und  $u_{k-1,1}$  aufeinanderfolgender Rahmen  $k-1$ ,  $k$  existiert oft eine ausgeprägte Korrelation. Diese Korrelation kann genutzt werden, um "a posteriori" statistische Informationen über die Informationsquelle  $L(u_{k,1})$  zu ermitteln.

Werden die Metrikinkremente  $M_l^{(m)}$  für die zum Empfangssymbol  $\hat{u}_{k-1,1}$  gehörenden Zustände berechnet, so werden jeweils die statistischen Informationen über die Informationsquelle  $L(u_{k-1,1})$  gemäß Formel (1) berücksichtigt. Der Zuverlässigkeitswert  $L^*(\hat{u}_{k-1,1})$  ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht bekannt. Werden danach die Metriken  $M_l^{(m)}$  für die zum Empfangssymbol  $\hat{u}_{k,1}$  gehörenden Zustände ermittelt, so können aus dem zu diesem Zeitpunkt bekannten Zuverlässigkeitswert  $L^*(\hat{u}_{k-1,1})$  "a posteriori" statistische Informationen über die Informationsquelle  $L(u_{k,1})$  beispielsweise mittels eines Kalman-Filters berechnet werden.

Geht man nun von einem Fall aus, bei dem dieselbe Bitstelle innerhalb eines Rahmens in aufeinanderfolgenden Rahmen fast immer den Wert  $+1$  aufweist, und bestimmt man im Rahmen  $k$  die a priori-Information für  $u_{k,1}$  aus den bereits decodierten Bits an derselben Bitstelle in vorangegangenen Rahmen, so ist die geschätzte a priori-Information  $L(u_{k,1}) > 0$ , d.h.  $u_{k,1}$  ist mit größerer Wahrscheinlichkeit  $+1$  als  $-1$ . Ist nun aber der ge-

sendete Wert für diese Bitstelle -1, so hat die Heranziehung dieser apriori-Information zur Decodierung von  $u_{k,l}$  einen negativen Einfluss auf das Decodierergebnis.

- 5 Daher wird diese a priori-Information gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung durch einen Wert, der die Zuverlässigkeit der Decodierung charakterisiert, modifiziert. So kann beispielsweise in Gleichung 1 die a priori-Information  $L(u_{k,l})$  durch  $(1-|m'(\hat{u}_k)|)L(u_{k,l})$  ersetzt werden, wobei

$$10 \quad m'(\hat{u}_{k,l}) = \tanh \frac{\lambda L^*(\hat{u}_{k,l})}{2}$$

$m'$  ist dabei ein Soft-Output-Wert, der von dem skalierten beobachteten Zuverlässigkeitswert  $\lambda L^*(\hat{u}_{k,l})$  ( $\lambda > 0$  ist ein Skalierungswert) der Bitstelle  $\hat{u}_{k,l}$  in einem vorhergehenden Decodierschritt abhängt.  $L^*(\hat{u}_{k,l})$  kann beispielsweise durch

- 15 einen Soft-Output-Viterbi-Algorithmus oder einen MAP (maximum a posteriori probability)-Decodierer bestimmt werden. Dabei bestimmt

$$1-|m'(\hat{u}_{k,l})| = \frac{2}{1 + e^{\lambda |L^*(\hat{u}_{k,l})|}}$$

- die Unsicherheit des vorhergehenden Decodierschrittes. Die a priori-Information hat also einen großen Einfluß, wenn der vorhergehenden Decodierschritt relativ unzuverlässig ist ( $|m'(\hat{u}_{k,l})| \ll 1$ ).

- $m'$  hängt dabei von der Zuverlässigkeit der Decodierung ab. 25 Dabei kann die Zuverlässigkeit der Decodierung in einem dem aktuellen Decodierschritt vorhergehenden Decodierschritt bestimmt werden. Je nach Ausführungsvariante kann dabei der vorhergehende Decodierschritt dieselbe Bitstelle desselben Rahmens, eine vorhergehende Bitstelle desselben Rahmens, eine

vorhergehenden Bitstelle eines vorhergehenden Rahmens, oder dieselbe Bitstelle eines vorhergehenden Rahmens - in Figur 2 dargestellt - betreffen.

- 5 Eine Ausführungsform der Erfindung sieht dabei vor, daß der zweite Decodierschritt nicht durchgeführt wird, wenn die Zuverlässigkeit der Decodierung im ersten Decodierschritt über einem vorgegebenen Schwellwert liegt, beispielsweise wenn  $|L^*|$  größer als ein vorgegebener Schwellwert ist. Dies ermöglicht eine Verringerung des Decodieraufwandes.
- 10

Aufgrund der Aktualität der Zuverlässigkeitsinformation liefert die Decodierung insbesondere dann gute Decodierergebnisse, wenn - anders als in Figur 2 dargestellt - im zweiten Decodierschritt dieselbe Bitstelle desselben Rahmens wie im ersten Decodierschritt decodiert wird, jedoch unter oben erläuteter Ausnützung der im ersten Decodierschritt ermittelten Zuverlässigkeit der Decodierung. Dabei werden also für eine Bitstelle zwei oder bei Ausführungsvarianten sogar mehr als

15

20 Decodierschritte durchgeführt.

Insbesondere kann zur Bestimmung der Zuverlässigkeit der Decodierung ein Soft-Output-Wert verwendet werden. Die Erfindung ist jedoch keinesfalls darauf beschränkt; vielmehr kann

25 die Zuverlässigkeit der Decodierung auch durch andere, einem Fachmann als solche bekannte, Größen beschrieben werden, wie beispielsweise der Sprachrahmenfehlerdetektionsrate, die im Quellendecodierer bestimmt wird. Im ersten Decodierschritt werden dabei keine a priori-Informationen zur Decodierung

30 herangezogen. Im zweiten Decodierschritt werden a priori-Informationen zur Decodierung herangezogen, allerdings in Abhängigkeit von der Zuverlässigkeit des ersten Decodierschrittes modifiziert.

Eine Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, daß auch schon im ersten Decodierschritt a priori-Informationen zur Decodierung herangezogen werden.

5

In den oben erläuterten Beispielen ist die Erfindung vor allem im Zusammenhang mit der Kanaldecodierung beschrieben. Die Erfindung ist aber keinesfalls darauf beschränkt. Vielmehr liegt es Rahmen fachmännischen Handelns, die Erfindung auch im Zusammenhang mit anderen Decodierarten zu verwenden. So kann beispielsweise ein Entzerrer, der z.B. bei Verwendung eines Viterbi-Algorithmus als Kanaldecodierer eines Rate-1 Codes betrachtet werden kann, ebenfalls durch die Erfindung verbessert werden. Ebenso kann die Erfindung zur Demodulation von, insbesondere codiert modulierten, Signalen herangezogen werden.

10

15

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Decodierung von Informationen, die von einer Informationsquelle (1) ausgegeben werden und codiert über einen mit Störungen behafteten Übertragungskanal (4) übertragen werden,
- bei dem neben den übertragenen Informationen  $(y, l, n)$  statistische Informationen (SAI) über die Informationsquelle herangezogen werden,
- 10 dadurch gekennzeichnet, daß
- der Einfluß der statistischen Informationen (SAI) über die Informationsquelle auf die Decodierung in Abhängigkeit von der Zuverlässigkeit (DRI) der Decodierung modifiziert wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem
- die Decodierung einen Soft-Output-Decodierschritt umfaßt, und der Wert des Soft-Output-Decodierschritts die Zuverlässigkeit (DRI) der Decodierung charakterisiert.
- 20 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- bei dem ein erster Decodierschritt und ein zweiter Decodierschritt durchgeführt wird, und
- bei dem in einem zweiten Decodierschritt die Decodierung mit statistischen Informationen (SAI) über die Informations-
- 25 quelle (1) durchgeführt wird, wobei der Einfluß der statistischen Informationen (SAI) über die Informationsquelle auf die Decodierung in Abhängigkeit von der Zuverlässigkeit (DRI) der Decodierung im ersten Decodierschritt modifiziert wird.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 3,



-bei dem in dem ersten Decodierschritt die Decodierung ohne statistische Informationen (SAI) über die Informationsquelle (1) durchgeführt wird.

5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4,  
-bei dem der zweite Decodierschritt nicht durchgeführt wird, wenn die Zuverlässigkeit der Decodierung im ersten Decodierschritt über einem vorgegebenen Schwellwert liegt.

10 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
-bei dem der Einfluß der statistischen Informationen (SAI) über die Informationsquelle (1) auf die Decodierung mit abnehmender Zuverlässigkeit der Decodierung zunimmt.

15 7. Anordnung zur Decodierung von Informationen, die von einer Informationsquelle ausgegeben werden und codiert über einen mit Störungen behafteten Übertragungskanal übertragen werden, mit

-einem Decodierer (5), der derart eingerichtet ist, daß  
20 -zur Decodierung neben den übertragenen Informationen statistische Informationen über die Informationsquelle herangezogen werden, und  
-der Einfluß der statistischen Informationen über die Informationsquelle auf die Decodierung in Abhängigkeit von der Zu-  
25 verlässigkeit der Decodierung modifiziert wird.

8. Anordnung nach Anspruch 7, bei der  
-die Decodierung einen Soft-Output-Decodierschritt umfaßt, und der Wert des Soft-Output-Decodierschritts die Zuverlässigkeit der Decodierung charakterisiert.  
30

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 oder 8,

-bei der ein erster Decodierschritt und ein zweiter Decodierschritt durchgeführt wird, und

5 -bei der in einem zweiten Decodierschritt die Decodierung mit statistischen Informationen (SAI) über die Informationsquelle (1) durchgeführt wird, wobei der Einfluß der statistischen Informationen (SAI) über die Informationsquelle auf die Decodierung in Abhängigkeit von der Zuverlässigkeit (DRI) der Decodierung im ersten Decodierschritt modifiziert wird.

10 10. Anordnung nach Anspruch 9,

-bei dem in dem ersten Decodierschritt die Decodierung ohne statistische Informationen (SAI) über die Informationsquelle (1) durchgeführt wird.

15 11. Anordnung nach einem der Ansprüche 9 oder 10,

-bei welcher der zweite Decodierschritt nicht durchgeführt wird, wenn die Zuverlässigkeit der Decodierung im ersten Decodierschritt über einem vorgegebenen Schwellwert liegt.

20 12. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 11,

-bei welcher der Einfluß der statistischen Informationen über die Informationsquelle auf die Decodierung mit abnehmen der Zuverlässigkeit der Decodierung zunimmt.

1/2

FIG 1

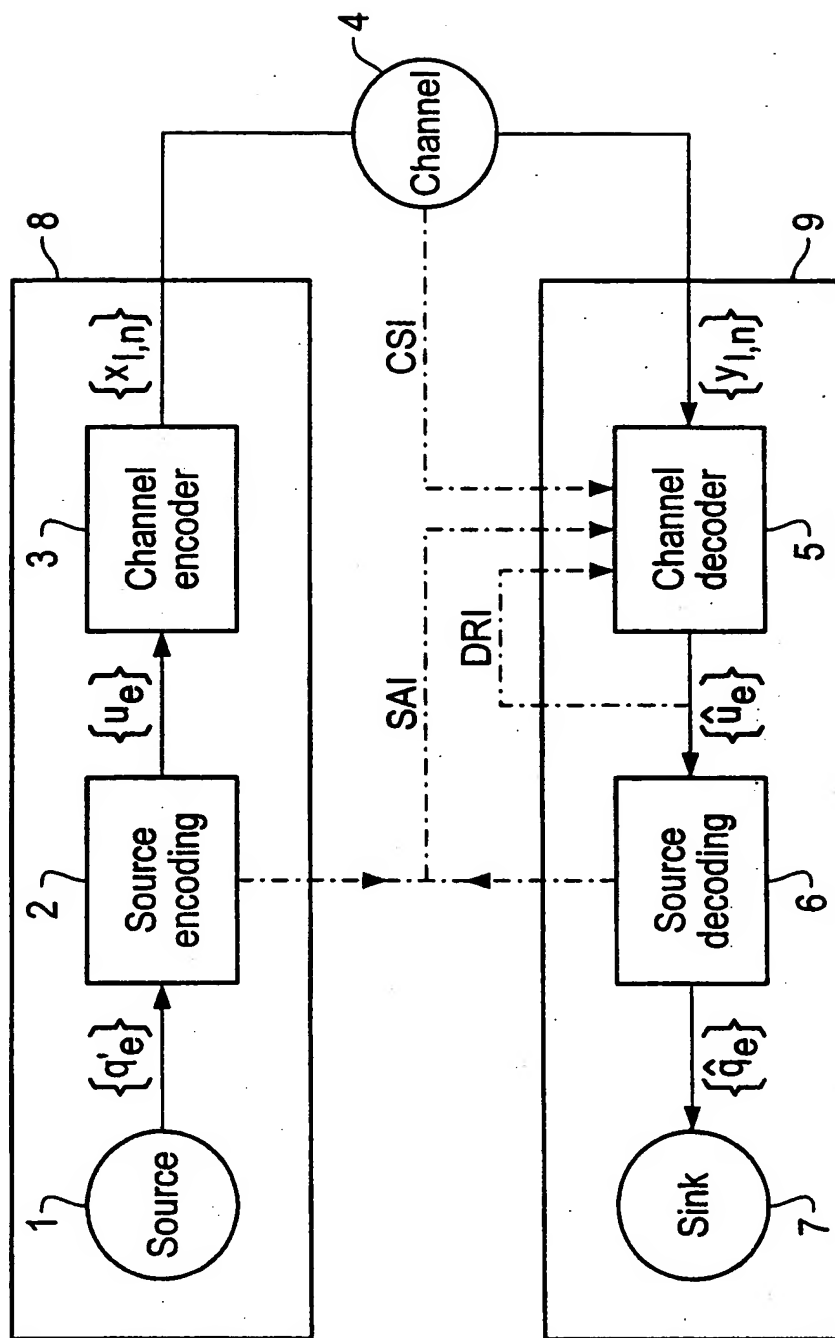
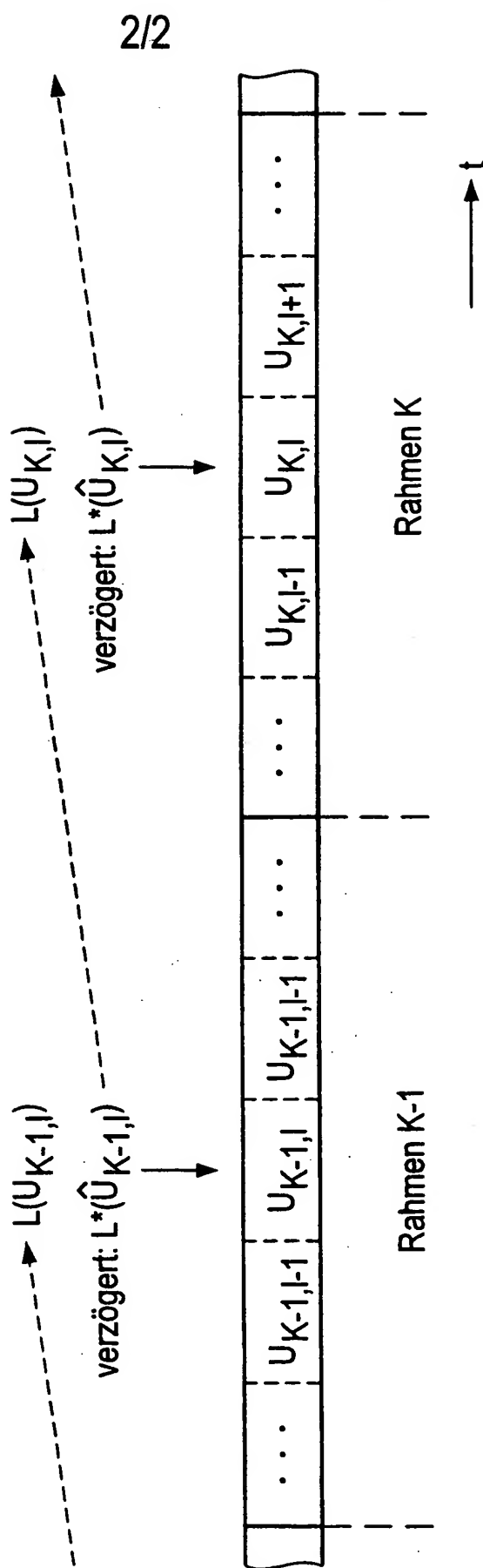


FIG 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No.  
PCT/DE 00/03998

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H03M13/45 H04L1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H03M H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	HAGENAUER J: "SOURCE-CONTROLLED CHANNEL DECODING" IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 43, no. 9, 1 September 1995 (1995-09-01), pages 2449-2457, XP000525669 ISSN: 0090-6778 the whole document	1, 2, 6-8, 12
A	WO 98 58467 A (SIEMENS AG ; XU WEN (DE); HINDELANG THOMAS (DE); RUSCITTO ALFREDO ( ) 23 December 1998 (1998-12-23) the whole document --- -/-	1, 2, 6-8, 12

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 April 2001

Date of mailing of the international search report

04/05/2001

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ogor, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No.  
PCT/BE 00/03998

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>CROZIER S ET AL: "Performance and complexity comparison of block turbo-codes, hyper-codes and tail-biting convolutional codes"            PROC. 19TH BIENNIAL QUEEN'S SYMPOSIUM ON COMMUNICATIONS,            June 1998 (1998-06), pages 84-88,            XP000989497            Kingston, ON, Canada            page 85</p>	1-3,6-9, 12
A	<p>-----</p> <p>RUSCITTO A ET AL: "CHANNEL DECODING USING RESIDUAL INTRA-FRAME CORRELATION IN A GSM SYSTEM"            ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB,            vol. 33, no. 21,            9 October 1997 (1997-10-09), pages            1754-1755, XP000752306            ISSN: 0013-5194            the whole document</p> <p>-----</p>	1,3,4,7, 9,10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/03998

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9858467 A	23-12-1998	CN 1260927 T EP 0988728 A	19-07-2000 29-03-2000

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktenzeichen

PCT/DE 00/03998

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H03M13/45 H04L1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H03M H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	HAGENAUER J: "SOURCE-CONTROLLED CHANNEL DECODING" IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 43, Nr. 9, 1. September 1995 (1995-09-01), Seiten 2449-2457, XP000525669 ISSN: 0090-6778 das ganze Dokument	1, 2, 6-8, 12
A	WO 98 58467 A (SIEMENS AG ; XU WEN (DE); HINDELANG THOMAS (DE); RUSCITTO ALFREDO ( ) 23. Dezember 1998 (1998-12-23) das ganze Dokument	1, 2, 6-8, 12

-/--

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. April 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/05/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651-epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ogor, M



## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>CROZIER S ET AL: "Performance and complexity comparison of block turbo-codes, hyper-codes and tail-biting convolutional codes"</p> <p>PROC. 19TH BIENNIAL QUEEN'S SYMPOSIUM ON COMMUNICATIONS, Juni 1998 (1998-06), Seiten 84-88, XP000989497 Kingston, ON, Canada Seite 85</p>	1-3,6-9, 12
A	<p>RUSCITTO A ET AL: "CHANNEL DECODING USING RESIDUAL INTRA-FRAME CORRELATION IN A GSM SYSTEM"</p> <p>ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, Bd. 33, Nr. 21, 9. Oktober 1997 (1997-10-09), Seiten 1754-1755, XP000752306 ISSN: 0013-5194 das ganze Dokument</p>	1,3,4,7, 9,10

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

### Internationales Aktenzeichen

PCT/00/03998

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9858467 A	23-12-1998	CN 1260927 T EP 0988728 A	19-07-2000 29-03-2000

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**